

WHITEPAPER

MÉTODO DE ESPECIFICAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE DISJUNTORES EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

SUMÁRIO

1. SUMÁRIO EXECUTIVO	4
1.1. PRINCIPAIS CRITÉRIOS ABORDADOS	5
2. ESCOPO E PREMISSAS DO WHITEPAPER	5
2.1. O QUE ESTE WHITEPAPER NÃO FAZ	6
3. BASE NORMATIVA USADA NO MÉTODO	6
4. O PROBLEMA DA ESCOLHA POR AMPERAGEM	7
5. MÉTODO A3A PARA ESPECIFICAÇÃO DE DISJUNTORES	7
6. ETAPA 1 – IDENTIFICAR CARGA, CIRCUITO E REGIME DE OPERAÇÃO	8
6.1. DADOS MÍNIMOS DA CARGA	8
7. ETAPA 2 – DETERMINAR A CORRENTE DE PROJETO	8
8. ETAPA 3 – SELECIONAR CONDUTORES E CAPACIDADE DE CONDUÇÃO	9
8.1. CRITÉRIOS QUE AFETAM IZ	9
9. ETAPA 4 – COORDENAR PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGA	9
10. ETAPA 5 – DEFINIR CURVA, DISPARADOR OU UNIDADE DE PROTEÇÃO	10
11. ETAPA 6 – DETERMINAR CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO PRESUMIDA	11
11.1. CURTO-CIRCUITO MÁXIMO E MÍNIMO	11
12. ETAPA 7 – VERIFICAR CAPACIDADE DE INTERRUPÇÃO, ICU E ICS	12
13. ETAPA 8 – AVALIAR ENERGIA PASSANTE E INTEGRAL DE JOULE	12
14. ETAPA 9 – AVALIAR SELETIVIDADE E COORDENAÇÃO	13
15. ESCOLHA POR TIPO DE DISJUNTOR	13
15.1. DISJUNTORES MODULARES	13
15.2. DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS	14
15.3. DISJUNTOR MOTOR	14
15.4. DISJUNTOR CAIXA MOLDADA	14
15.5. DR, IDR E DDR	15
16. COORDENAÇÃO COM DPS	15
17. DOCUMENTAÇÃO MÍNIMA NO PROJETO ELÉTRICO	15
18. ERROS COMUNS NA ESPECIFICAÇÃO DE DISJUNTORES	16
19. CHECKLIST TÉCNICO DE ESPECIFICAÇÃO	16
20. APLICAÇÃO DO MÉTODO POR CENÁRIO	17
20.1. CIRCUITOS TERMINAIS	17
20.2. ALIMENTADORES	17
20.3. QGBT E PAINÉIS ELÉTRICOS	17
20.4. MOTORES, BOMBAS E COMPRESSORES	18

21. ESTRUTURA EDITORIAL E JORNADA TÉCNICA	18
22. QUANDO CONTRATAR ENGENHARIA ESPECIALIZADA	19
23. ARQUITETURA DE PROTEÇÃO EM BAIXA TENSÃO	19
24. MATRIZ DE DECISÃO PARA ESPECIFICAÇÃO	20
25. ROTEIRO PARA INSTALAÇÕES EXISTENTES	20
25.1. SEQUÊNCIA DE DIAGNÓSTICO RECOMENDADA	21
26. CRITÉRIOS DE ACEITE TÉCNICO	21
27. LIMITES DA PADRONIZAÇÃO	22
28. PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO RECOMENDADO	22
29. CONCLUSÃO	23
30. REFERÊNCIAS TÉCNICAS	23
31. MATERIAIS TÉCNICOS COMPLEMENTARES	23
31.1. CONTEÚDOS CORRELATOS	23
31.2. SERVIÇOS DE ENGENHARIA	23

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

Disjuntores de baixa tensão não devem ser especificados apenas pela corrente nominal indicada na frente do dispositivo. A escolha correta depende de uma cadeia de critérios: corrente de projeto, capacidade de condução dos condutores, método de instalação, curva ou unidade de disparo, capacidade de interrupção, corrente de curto-circuito presumida, energia passante, seletividade, coordenação com DR, DPS e demais dispositivos, além da função do disjuntor no quadro ou painel.

Este whitepaper apresenta um método técnico para especificação e dimensionamento de disjuntores em instalações elétricas de baixa tensão, com base na ABNT NBR 5410, na ABNT NBR NM 60898, na ABNT NBR IEC 60947-1 e na ABNT NBR IEC 60947-2. O objetivo é transformar a escolha do disjuntor em um processo verificável de engenharia, e não em uma decisão de compra baseada em tabela genérica.

A metodologia proposta organiza os critérios em uma sequência lógica: primeiro define-se a carga e a corrente de projeto; depois selecionam-se os condutores conforme capacidade de condução, queda de tensão e condições de instalação; em seguida seleciona-se o dispositivo de proteção considerando sobrecarga, curto-circuito, curva de atuação, capacidade de interrupção, seletividade e documentação. Essa ordem evita um erro comum: escolher o disjuntor antes de compreender o circuito que ele deve proteger.

O conteúdo também diferencia os principais tipos de disjuntores usados em baixa tensão: disjuntores modulares conforme aplicação doméstica e análoga, disjuntores termomagnéticos, disjuntores diferenciais residuais, disjuntores motor, disjuntores em caixa moldada e disjuntores para aplicações industriais. Cada um desses dispositivos possui função, norma de produto, característica de atuação e limite de aplicação. Tratar todos como equivalentes compromete a segurança e a conformidade da instalação.

O resultado esperado é um roteiro prático para projetistas, engenheiros, técnicos, gestores de manutenção, compradores técnicos e responsáveis por instalações elétricas. Ao final, o leitor terá uma visão estruturada para avaliar se um disjuntor está corretamente especificado, quais dados precisam constar no projeto elétrico e quais erros devem ser evitados antes da compra, montagem, inspeção ou substituição de dispositivos em campo.

1.1. PRINCIPAIS CRITÉRIOS ABORDADOS

Critério Função na especificação Risco quando ignorado Corrente de projeto Determina a corrente normal que o circuito deve transportar Disjuntor incompatível com a carga real Capacidade dos condutores Define o limite térmico do cabo nas condições reais de instalação Aquecimento e perda de proteção contra sobrecarga Curva ou unidade de disparo Ajusta o comportamento do disjuntor diante de sobrecorrentes Desarme indevido ou ausência de atuação adequada Capacidade de interrupção Compara o dispositivo com o curto-circuito presumido no ponto Falha de interrupção em curto-circuito I_{cu} e I_{cs} Avaliam desempenho de interrupção em disjuntores industriais Escolha incompleta de disjuntor caixa moldada ou geral Energia passante Relaciona atuação do dispositivo com a suportabilidade dos condutores Dano térmico em cabos e componentes Seletividade Define qual proteção deve atuar primeiro Desligamento amplo por falha localizada Documentação Registra parâmetros, ajustes e função do dispositivo Manutenção insegura e perda de rastreabilidade

2. ESCOPO E PREMISSAS DO WHITEPAPER

Este whitepaper trata de disjuntores aplicados em instalações elétricas de baixa tensão. O foco é a especificação técnica dentro de projetos, quadros, painéis, alimentadores e circuitos terminais. O conteúdo não substitui projeto elétrico, memorial de cálculo, estudo de curto-circuito, coordenação de proteção, análise de seletividade, documentação de fabricante nem responsabilidade técnica profissional.

A proposta é organizar os critérios para que a escolha do dispositivo seja coerente com a instalação. Em termos práticos, o método se aplica a circuitos de iluminação, tomadas, cargas específicas, alimentadores, quadros de distribuição, QGBT, painéis industriais, circuitos de motores, sistemas com DR, circuitos com DPS e situações de adequação ou retrofit.

O método considera que a instalação deve atender aos requisitos da ABNT NBR 5410 e que os dispositivos devem estar em conformidade com normas de produto aplicáveis. Para disjuntores de uso doméstico e análogo, a referência de produto localizada é a ABNT NBR NM 60898. Para dispositivos industriais e disjuntores de baixa tensão de uso geral em manobra e comando, as referências são a ABNT NBR IEC 60947-1 e a ABNT NBR IEC 60947-2.

2.1. O QUE ESTE WHITEPAPER NÃO FAZ

A decisão de não apresentar uma tabela simplificada é deliberada. Conteúdos de alta qualidade, conforme boas práticas de SEO e conteúdo útil, devem responder à necessidade real do usuário sem reduzir indevidamente temas técnicos complexos. No caso de disjuntores, a promessa de uma tabela universal pode ser atraente em buscas, mas é tecnicamente insegura se ignora cabos, método de instalação, curto-circuito, seletividade e norma de produto.

3. BASE NORMATIVA USADA NO MÉTODO

A especificação de disjuntores exige separar dois planos normativos: a norma de instalação e as normas de produto. A norma de instalação orienta como o dispositivo deve ser aplicado no sistema elétrico. As normas de produto definem características construtivas, ensaios, desempenho e marcações dos dispositivos.

A ABNT NBR 5410 é a base para instalações elétricas de baixa tensão. Ela trata de proteção contra sobrecorrentes, proteção contra sobrecargas, proteção contra curtos-circuitos, capacidade de interrupção, coordenação, energia passante, seccionamento, dispositivos de proteção, DR, DPS e documentação técnica da instalação.

A ABNT NBR NM 60898 trata de disjuntores para proteção contra sobrecorrentes em instalações domésticas e similares. Ela é relevante para disjuntores modulares usados em quadros de distribuição e circuitos terminais, especialmente quando a aplicação se aproxima do universo residencial, comercial leve e análogo.

A ABNT NBR IEC 60947-1 estabelece regras gerais para dispositivos de manobra e comando de baixa tensão. A ABNT NBR IEC 60947-2 trata especificamente de disjuntores de baixa tensão dentro dessa família, incluindo parâmetros importantes para aplicações industriais, disjuntores caixa moldada, disjuntores gerais, unidades de disparo e capacidades de interrupção como Icu e Ics.

NormaPapel no métodoAplicação típicaABNT NBR 5410Define critérios de aplicação na instalaçãoprojeto elétrico, circuitos, cabos, proteção, seccionamento, DR, DPSABNT NBR NM 60898Define características de disjuntores para instalações domésticas e similaresminidisjuntores, circuitos terminais, quadros de distribuiçãoABNT NBR IEC 60947-1Define regras gerais para dispositivos de manobra e comando BTbase geral para dispositivos industriais de baixa tensãoABNT NBR IEC 60947-2Define requisitos de disjuntores industriais de baixa tensão disjuntores caixa moldada, disjuntores gerais, QGBT, painéis, alimentadores

4. O PROBLEMA DA ESCOLHA POR AMPERAGEM

O erro mais comum na especificação de disjuntores é escolher o dispositivo apenas pela corrente nominal. Essa prática reduz o disjuntor a um número em ampères e ignora que ele precisa proteger um sistema físico composto por cabos, conexões, cargas, quadros, barramentos e dispositivos associados.

A corrente nominal do disjuntor indica um critério de operação, mas não informa sozinha sua curva de atuação, capacidade de interrupção, norma de produto, tipo de disparador, número de polos, tensão de aplicação, capacidade de suportar curto-circuito, energia passante ou seletividade com outros dispositivos.

Dois disjuntores de 32 A podem ter aplicações diferentes. Um pode ter capacidade de interrupção de 6 kA; outro, 10 kA. Um pode ser curva B; outro, curva C. Um pode seguir uma norma de produto para instalações domésticas e análogas; outro pode estar dentro de uma família de dispositivos industriais. Um pode ser adequado para circuito terminal distante; outro pode ser necessário em quadro próximo ao transformador. A corrente nominal é apenas uma parte da especificação.

Em disjuntores caixa moldada a diferença é ainda mais relevante. Dois dispositivos de 250 A podem ter Icu, Ics, disparadores, ajustes, acessórios e limitações completamente diferentes. Uma descrição como “disjuntor caixa moldada 250 A tripolar” é incompleta para projeto, compra técnica, montagem, inspeção e manutenção.

5. MÉTODO A3A PARA ESPECIFICAÇÃO DE DISJUNTORES

O método proposto organiza a especificação em nove etapas. Ele pode ser aplicado tanto em projetos novos quanto em revisão de instalações existentes. Em instalações existentes, parte das informações deve ser obtida por levantamento, inspeção, medições e análise documental.

Etapa Pergunta técnica Resultado esperado

1. Definir a carga que o circuito alimenta? função, potência, regime, corrente e comportamento da carga
2. Calcular a corrente de projeto Qual corrente o circuito deve conduzir em regime? IB ou corrente equivalente de dimensionamento
3. Selecionar os condutores Quais cabos suportam essa corrente nas condições reais? seção, isolação, método de instalação, Iz e queda de tensão
4. Coordenar sobrecarga O disjuntor protege o condutor sem limitar a carga indevidamente? relação entre IB, In e Iz, além da corrente convencional de atuação
5. Definir curva ou unidade de disparo A proteção permite a operação normal e atua em falta? curva B, C, D ou ajustes térmicos/magnéticos/eletrônicos
6. Verificar curto-circuito Qual é a corrente de falta no ponto? curto-circuito máximo e mínimo nos

pontos relevantes7. Verificar capacidade de interrupçãoO disjuntor consegue interromper a falta?kA, Icu, Ics e tensão de operação compatíveis8. Avaliar seletividade e coordenaçãoQual dispositivo deve atuar primeiro?coordenação com dispositivos a montante e a jusante9. Documentar a especificaçãoComo o critério será mantido e auditado?diagrama, memorial, listas, ajustes e referências de fabricante

Essa sequência reduz o risco de escolhas incoerentes. Ela também separa decisões que frequentemente são misturadas: corrente nominal não é capacidade de interrupção; curva de atuação não substitui análise de curto-circuito; seletividade não corrige disjuntor inadequado; DR não substitui disjuntor; DPS não substitui proteção contra sobrecorrente; disjuntor motor não é apenas um disjuntor comum aplicado a motor.

6. ETAPA 1 – IDENTIFICAR CARGA, CIRCUITO E REGIME DE OPERAÇÃO

A primeira etapa é compreender o que o circuito alimenta. Disjuntores protegem circuitos, não apenas equipamentos isolados. O mesmo valor de potência pode gerar critérios diferentes conforme tensão, fator de potência, regime, corrente de partida, número de condutores carregados, método de instalação e criticidade da carga.

Cargas resistivas, iluminação, tomadas, motores, compressores, bombas, transformadores, inversores, fontes chaveadas, bancos de capacitores e circuitos com equipamentos eletrônicos têm comportamentos diferentes. Algumas cargas apresentam corrente de partida elevada. Outras geram harmônicas. Outras exigem continuidade operacional. Outras dependem de DR, DPS ou proteção complementar.

Por isso, antes de especificar o disjuntor, deve-se registrar a função do circuito. Essa identificação deve aparecer no diagrama unifilar, no quadro de cargas, na lista de circuitos e, quando aplicável, no memorial descritivo.

6.1. DADOS MÍNIMOS DA CARGA

7. ETAPA 2 – DETERMINAR A CORRENTE DE PROJETO

A corrente de projeto é a corrente que o circuito deve transportar em operação normal. Na lógica da ABNT NBR 5410, ela é uma das bases para selecionar os condutores e o dispositivo de proteção. É comum representá-la por IB.

A forma de determinar a corrente depende da carga. Em circuitos simples, pode ser calculada a partir da potência e da tensão. Em motores, deve-se observar a corrente nominal de placa, regime de serviço e corrente de partida. Em alimentadores, pode ser necessário considerar demanda, simultaneidade e diversidade. Em painéis com várias

cargas, a corrente de projeto deve representar a condição esperada para o conjunto.

A corrente de projeto não deve ser confundida com a corrente nominal do disjuntor. Primeiro entende-se o circuito; depois seleciona-se a proteção. Inverter essa ordem leva a decisões como “usar 40 A porque 32 A desarma”, sem verificar se o cabo, o método de instalação e a carga realmente permitem essa alteração.

Situação Base para corrente de projeto
Cuidado técnico
Circuito terminal de tomada
carga prevista, demanda e critérios do projeto
não usar corrente do disjuntor como substituto do quadro de cargas
Iluminação
potência instalada e tecnologia utilizada
considerar fontes, drivers e correntes transitórias quando relevantes
Motor
corrente nominal de placa e regime de operação
considerar partida, sobrecarga e proteção específica do motor
Alimentadores
soma demandada das cargas a jusante
considerar simultaneidade e expansão prevista
QGBT ou painel
demanda global e arquitetura de distribuição
compatibilizar barramentos, disjuntores de saída e curto-circuito

8. ETAPA 3 – SELECIONAR CONDUTORES E CAPACIDADE DE CONDUÇÃO

O disjuntor deve proteger os condutores. Isso significa que a seção do cabo, o método de instalação, a isolamento, o material, a temperatura ambiente, o agrupamento e o número de condutores carregados influenciam diretamente a escolha do dispositivo.

A capacidade de condução de corrente do condutor é frequentemente representada por I_z . Esse valor não deve ser entendido como uma propriedade fixa apenas da seção nominal do cabo. Um mesmo cabo pode ter capacidades diferentes conforme esteja instalado em eletroduto embutido, bandeja, leito, agrupamento, solo, ambiente quente ou conjunto com vários circuitos.

O erro típico é consultar uma tabela de seção de cabos sem aplicar fatores de correção e, em seguida, escolher um disjuntor pela corrente da carga. A sequência correta é avaliar as condições reais de instalação, determinar I_z corrigido e verificar se o disjuntor protege o cabo contra sobrecarga.

8.1. CRITÉRIOS QUE AFETAM I_z

9. ETAPA 4 – COORDENAR PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGA

A proteção contra sobrecarga deve impedir que o condutor opere por tempo excessivo acima da sua capacidade admissível. Em termos práticos, o disjuntor deve permitir a corrente normal da carga e atuar antes que a sobrecorrente cause aquecimento perigoso nos condutores e conexões.

A ABNT NBR 5410 estabelece uma relação fundamental entre corrente de projeto, corrente nominal ou de ajuste do dispositivo e capacidade dos condutores. Em linguagem de projeto, essa relação é frequentemente apresentada como $I_B \leq I_n \leq I_z$. Além disso, a corrente convencional de atuação do dispositivo também deve ser compatível com a capacidade do condutor.

Essa relação tem consequências práticas. Se a corrente de projeto é maior que a corrente nominal do disjuntor, o circuito pode sofrer atuações indevidas. Se a corrente nominal do disjuntor é maior que a capacidade do condutor, o cabo pode ficar sem proteção adequada contra sobrecarga. Por isso, “aumentar o disjuntor” para parar desarmes é uma decisão potencialmente insegura quando feita sem análise.

Símbolo Significado Interpretação prática **B** corrente de projeto corrente que o circuito deve transportar em serviço normal **I_n** corrente nominal ou ajuste do dispositivo valor de referência da proteção contra sobrecarga **I_z** capacidade de condução dos condutores limite térmico do cabo nas condições reais de instalação **I₂** corrente convencional de atuação corrente na qual o dispositivo atua conforme sua norma de produto

10. ETAPA 5 – DEFINIR CURVA, DISPARADOR OU UNIDADE DE PROTEÇÃO

A curva de atuação define o comportamento do disjuntor diante de sobrecorrentes. Em minidisjuntores modulares, as curvas B, C e D são associadas à faixa de atuação magnética. A escolha da curva deve considerar a carga, a corrente de partida e a corrente de curto-circuito mínima disponível no ponto protegido.

Uma curva muito sensível pode causar desligamentos indevidos durante partidas normais. Uma curva tolerante demais pode dificultar a atuação instantânea em circuitos longos ou com baixo curto-circuito no extremo. A análise deve equilibrar continuidade de serviço e proteção efetiva.

Em disjuntores caixa moldada e dispositivos conforme ABNT NBR IEC 60947-2, a lógica pode envolver disparadores termomagnéticos ajustáveis ou unidades eletrônicas. Nesses casos, parâmetros de longa duração, curta duração, instantâneo e, em alguns modelos, proteção de terra, podem fazer parte da especificação. Ajustes devem ser documentados e protegidos contra alteração indevida.

Dispositivo Característica de atuação típica **Cuidado de especificação** **Minidisjuntor curva B** maior sensibilidade magnética cargas com baixa corrente de partida e circuito compatível **Minidisjuntor curva C** uso frequente em cargas gerais com transitórios moderados não deve ser adotada como padrão universal sem verificar curto

mínimo
Minidisjuntor curva D
maior tolerância a correntes transitórias
exige atenção à atuação em curtos no ponto mais distante
Disjuntor motor
ajuste térmico conforme corrente do motor
considerar corrente de partida, contator e regime de serviço
Disjuntor caixa moldada
disparador fixo, ajustável ou eletrônico
documentar ajustes, Icu, Ics, seletividade e aplicação no painel

11. ETAPA 6 – DETERMINAR CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO PRESUMIDA

A corrente de curto-circuito presumida é a corrente que poderia circular em uma falta em determinado ponto da instalação. Ela depende da fonte, do transformador, da impedância dos cabos, dos barramentos, das conexões e da distância até o ponto analisado.

A ABNT NBR 5410 exige que as correntes de curto-circuito presumidas sejam determinadas nos pontos necessários por cálculo ou medição. Esse dado é indispensável para verificar capacidade de interrupção, atuação do dispositivo, energia passante e seletividade.

Em um QGBT próximo ao transformador, a corrente de curto-circuito pode ser elevada. Em um circuito terminal distante, pode ser menor. O mesmo disjuntor pode ser adequado em um ponto e inadequado em outro. Por isso, o valor em kA do disjuntor deve ser comparado ao ponto real de instalação, não escolhido por hábito.

11.1. CURTO-CIRCUITO MÁXIMO E MÍNIMO

A corrente de curto-circuito máxima é usada para verificar se o disjuntor suporta e interrompe a falta no ponto onde está instalado. Ela também afeta esforços térmicos e eletrodinâmicos nos condutores, barramentos e dispositivos.

A corrente de curto-circuito mínima é usada para verificar se o dispositivo atua no ponto mais desfavorável da linha protegida. Em alimentadores longos, a corrente de curto-circuito no extremo pode ser insuficiente para disparo instantâneo, especialmente se a curva ou ajuste magnético for elevado.

Assim, a análise de curto-circuito não serve apenas para escolher kA. Ela também confirma se a proteção vai atuar quando a falta ocorrer longe do quadro.

12. ETAPA 7 – VERIFICAR CAPACIDADE DE INTERRUPTÃO, ICU E ICS

Capacidade de interrupção é a corrente de curto-circuito que o disjuntor consegue interromper com segurança nas condições declaradas. Em muitos dispositivos ela aparece em kA. Em disjuntores conforme ABNT NBR IEC 60947-2, especialmente disjuntores industriais e caixa moldada, aparecem parâmetros como Icu e Ics.

Icu é a capacidade última de interrupção em curto-circuito. Ics é a capacidade de interrupção em serviço. Esses parâmetros devem ser lidos no catálogo técnico e relacionados à tensão de operação. Um mesmo dispositivo pode apresentar capacidades diferentes conforme a tensão aplicada.

A regra prática é que a capacidade de interrupção do dispositivo seja igual ou superior à corrente de curto-circuito presumida no ponto de instalação. A aplicação de dispositivos com capacidade inferior só pode ser considerada quando houver coordenação técnica comprovada com dispositivo a montante e quando a energia passante permanecer dentro da suportabilidade dos dispositivos e condutores envolvidos.

Parâmetro Interpretação Onde costuma aparecer kA corrente de curto-circuito que o dispositivo pode interromper minidisjuntores, caixa moldada, catálogos e marcações Icu capacidade última de interrupção disjuntores conforme IEC 60947-2 Ics capacidade de interrupção em serviço disjuntores industriais e caixa moldada Tensão de operação condição na qual o valor de interrupção é válido placa, catálogo e especificação técnica Filiação ou backup coordenação com dispositivo a montante tabelas de fabricantes e estudos de coordenação

13. ETAPA 8 – AVALIAR ENERGIA PASSANTE E INTEGRAL DE JOULE

Durante um curto-circuito, não importa apenas se o disjuntor abre. Também importa quanta energia passa antes da interrupção. A integral de Joule, frequentemente associada a I^2t , relaciona corrente e tempo, permitindo avaliar a energia térmica deixada passar pelo dispositivo.

A ABNT NBR 5410 usa essa lógica para verificar a compatibilidade entre a energia passante do dispositivo de proteção e a suportabilidade dos condutores. Se a energia que o dispositivo deixa passar for superior à suportabilidade do cabo, a proteção pode ser insuficiente mesmo que o disjuntor consiga interromper a falta.

Esse critério é especialmente relevante em alimentadores, quadros gerais, QGBT, circuitos com disjuntores caixa moldada, coordenação com fusíveis, filiação, backup e dispositivos a jusante com capacidade de interrupção dependente da atuação de um dispositivo a

montante.

14. ETAPA 9 – AVALIAR SELETIVIDADE E COORDENAÇÃO

Seletividade é a coordenação entre dispositivos de proteção em série para que, diante de uma falta, atue preferencialmente o dispositivo mais próximo do ponto defeituoso. O objetivo é limitar o desligamento à menor parte possível da instalação.

A ABNT NBR 5410 trata da seletividade quando razões de segurança ou utilização exigem que a continuidade de serviço seja afetada apenas minimamente. Em instalações comerciais, industriais, hospitalares, educacionais, prediais e ambientes com cargas críticas, a seletividade pode ser decisiva.

A seletividade pode ser total ou parcial. Pode ser obtida por diferença de corrente, diferença de tempo, energia passante ou combinação de características dos dispositivos. Em disjuntores caixa moldada e caixa aberta, ajustes e unidades eletrônicas podem ajudar. Em qualquer caso, curvas tempo-corrente e tabelas de seletividade dos fabricantes são fundamentais.

Tipo de seletividade Base de funcionamento Limitação principal Amperimétrica diferença entre níveis de corrente de atuação pode ser limitada em curto-circuitos elevados Cronométrica diferença de tempo entre dispositivos pode aumentar energia passante Energética limitação de energia e comportamento interno dos dispositivos depende fortemente de dados do fabricante Total coordenação para toda faixa de falta esperada nem sempre é viável com qualquer combinação Parcial coordenação até determinado valor de curto-circuito deve ter limite claramente documentado

15. ESCOLHA POR TIPO DE DISJUNTOR

Depois de definidos os critérios elétricos, escolhe-se o tipo de disjuntor. A decisão deve considerar a função do circuito, o nível de corrente, a norma de produto, a capacidade de interrupção, a necessidade de ajuste, o ambiente de instalação e a posição do dispositivo na arquitetura de distribuição.

15.1. DISJUNTORES MODULARES

Disjuntores modulares são frequentes em quadros de distribuição e circuitos terminais. Podem ser adequados para iluminação, tomadas e cargas de menor corrente, desde que a corrente nominal, curva, capacidade de interrupção e número de polos estejam compatíveis com o circuito.

A ABNT NBR NM 60898 é relevante nesse universo. Ela trata de disjuntores para proteção contra sobrecorrentes em instalações domésticas e similares, incluindo características de atuação e requisitos de produto. No projeto, porém, a aplicação do dispositivo continua vinculada à ABNT NBR 5410.

15.2. DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS

O disjuntor termomagnético combina atuação térmica, associada à sobrecarga, e atuação magnética, associada a correntes elevadas de curto-circuito. Ele é amplamente usado em baixa tensão, mas sua escolha depende da coordenação com cabos, curva e capacidade de interrupção.

O termo “termomagnético” descreve o princípio de atuação, mas não resolve sozinho a especificação. É necessário verificar corrente nominal, curva, kA, tensão, polos, norma de produto e aplicação.

15.3. DISJUNTOR MOTOR

O disjuntor motor é voltado à proteção de motores elétricos. Normalmente possui ajuste térmico conforme a corrente nominal do motor e é aplicado em conjunto com contatores, partidas diretas, partidas estrela-triângulo, bombas, compressores e máquinas.

A especificação deve considerar corrente nominal de placa, corrente de partida, tipo de partida, regime de operação, capacidade de interrupção, coordenação com contator e proteção a montante. Escolher por potência em cv ou por tabela genérica é insuficiente.

15.4. DISJUNTOR CAIXA MOLDADA

Disjuntores caixa moldada são usados em alimentadores, painéis, QGBT, disjuntores gerais e circuitos de maior corrente. Podem oferecer maior capacidade de interrupção, ajustes, acessórios e integração com painéis.

Em aplicações com caixa moldada, a especificação deve registrar corrente nominal, número de polos, tensão, Icu, Ics, unidade de disparo, ajustes, seletividade, capacidade do painel, corrente de curto-circuito presumida e coordenação com dispositivos a jusante.

15.5. DR, IDR E DDR

Dispositivos diferenciais residuais não devem ser confundidos com disjuntores de proteção contra sobrecorrentes. O IDR detecta corrente diferencial residual e secciona o circuito, mas não substitui a proteção contra sobrecarga e curto-circuito. O DDR combina proteção diferencial residual com proteção contra sobrecorrente em um mesmo dispositivo.

Quando há DR, IDR ou DDR no quadro, o dimensionamento do disjuntor deve considerar proteção contra curto-circuito, corrente presumida, suportabilidade do dispositivo, seletividade diferencial quando aplicável e requisitos da ABNT NBR 5410 para proteção adicional em circuitos específicos.

16. COORDENAÇÃO COM DPS

O DPS protege contra sobretensões transitórias, mas não substitui disjuntores. Em muitos arranjos, o DPS exige dispositivo de proteção contra sobrecorrente associado, dimensionado conforme a corrente máxima admissível do DPS, instruções do fabricante, corrente de curto-circuito presumida e estratégia de continuidade de serviço.

A ABNT NBR 5410 trata da aplicação de DPS e da necessidade de compatibilização com dispositivos de proteção contra sobrecorrentes. Em quadros gerais e painéis, a proteção associada ao DPS deve ser tratada como parte do sistema, considerando também DR, aterramento, equipotencialização e coordenação com a proteção principal.

Um erro frequente é instalar DPS em quadro robusto, mas usar proteção associada sem verificar corrente de curto-circuito, capacidade de interrupção ou corrente máxima recomendada pelo fabricante do DPS. Outro erro é posicionar o DPS de forma que a atuação de uma proteção elimine a proteção contra surtos sem sinalização, manutenção ou estratégia de continuidade de proteção.

17. DOCUMENTAÇÃO MÍNIMA NO PROJETO ELÉTRICO

Uma especificação técnica deve permitir compra, montagem, inspeção, comissionamento e manutenção sem depender de interpretação informal. Por isso, o disjuntor deve aparecer no diagrama unifilar, no quadro de cargas, no memorial de cálculo ou descritivo e, quando aplicável, na lista de materiais e documentação do painel.

A documentação deve registrar não apenas a corrente nominal, mas também o critério que justifica o dispositivo. Quanto maior a criticidade da instalação, maior deve ser o nível de rastreabilidade. Em QGBT, alimentadores, painéis industriais e cargas críticas, a

documentação de seletividade, curto-circuito e ajustes deve ser explícita.

Informação Onde registrar Por que importa Identificação do circuito diagrama unifilar e quadro de cargas rastreia a função do dispositivo Corrente de projeto memorial de cálculo justifica seleção da proteção Seção e método dos condutores projeto e memorial comprova proteção contra sobrecarga Corrente nominal ou ajuste diagrama, lista e paine evita substituições indevidas Curva ou disparador diagrama e especificação define comportamento de atuação Capacidade de interrupção diagrama e lista técnica comprova compatibilidade com curto-circuito I_{cu} e I_{cs} especificação de caixa moldada ou painel qualifica o desempenho do dispositivo Ajustes aplicados memorial, painel e comissionamento mantém rastreabilidade operacional Seletividade estudo ou memorial técnico define continuidade de serviço Associação com DR ou DPS diagrama e memoria evita incompatibilidades de proteção

18. ERROS COMUNS NA ESPECIFICAÇÃO DE DISJUNTORES

Grande parte das não conformidades em proteção de baixa tensão não nasce de um único erro evidente, mas de uma sequência de simplificações. O disjuntor é escolhido por corrente, os cabos são definidos por tabela genérica, a curva é adotada por hábito, a capacidade de interrupção é ignorada, o DPS recebe uma proteção qualquer e o diagrama unifilar não é atualizado depois da montagem.

Esses erros podem gerar três tipos de problema: falha de segurança, quando o dispositivo não protege adequadamente; falha operacional, quando há desligamentos indevidos ou baixa continuidade; e falha documental, quando a instalação não possui rastreabilidade suficiente para inspeção, manutenção ou adequação normativa.

19. CHECKLIST TÉCNICO DE ESPECIFICAÇÃO

O checklist abaixo pode ser usado como estrutura mínima para revisão de especificações em projetos de baixa tensão. Ele não substitui cálculo, mas organiza os pontos que devem ser verificados antes da emissão de projeto, compra de dispositivos ou substituição em campo.

Item Verificação Status esperado
1 Carga e função do circuito identificadas e documentado
2 Corrente de projeto determinada calculada ou justificada
3 Condutores selecionados com método de instalação e fatores de correção I_z corrigido definido
4 Critério de sobrecarga verificado I_B, I_n e I_z compatíveis
5 Curva ou unidade de disparo escolhida conforme carga justificada
6 Corrente de partida considerada quando aplicável compatível com atuação
7 Curto-circuito presumido determinado no

pontocalculado ou medido8Capacidade de interrupção compatívelkA, Icu e Ics adequados9Energia passante e suportabilidade avaliadascompatíveis10Seletividade avaliada quando necessária11total, parcial ou limitação documentada12DR, DDR e DPS compatibilizadossem conflito funcional12Especificação registrada em diagrama e memorialrastreadável

20. APLICAÇÃO DO MÉTODO POR CENÁRIO

20.1. CIRCUITOS TERMINAIS

Em circuitos terminais, como iluminação, tomadas e cargas específicas de menor porte, o foco costuma estar na relação entre corrente de projeto, condutores, curva, DR quando exigido, DPS no quadro e capacidade de interrupção compatível com o nível de curto-circuito disponível.

A aparente simplicidade desses circuitos não elimina a necessidade de critérios. Um circuito de tomadas em área molhada, por exemplo, pode exigir proteção diferencial residual. Um circuito de ar-condicionado pode ter corrente de partida. Um quadro próximo à entrada pode exigir disjuntores com capacidade de interrupção superior à usual em circuitos distantes.

20.2. ALIMENTADORES

Alimentadores exigem análise mais cuidadosa. O disjuntor na origem deve proteger o cabo contra sobrecarga e curto-circuito, considerando o comprimento, queda de tensão, corrente de curto-circuito máxima na origem e corrente mínima no ponto mais distante. Se o alimentador atende um subquadro, também deve haver coordenação com as proteções a jusante.

Em alimentadores longos, a escolha de uma curva ou ajuste magnético elevado pode impedir atuação adequada em curto no fim da linha. Em alimentadores próximos à fonte, a corrente de curto-circuito pode exigir maior capacidade de interrupção. Portanto, o alimentador é um exemplo claro de que corrente nominal não basta.

20.3. QGBT E PAINÉIS ELÉTRICOS

Em QGBT e painéis, a especificação de disjuntores deve considerar o conjunto. Disjuntor geral, saídas, barramentos, DPS, DRs, alimentadores e cargas críticas devem ser compatibilizados. A capacidade de interrupção do disjuntor isolado não substitui a verificação da suportabilidade do painel como conjunto.

Disjuntores caixa moldada e caixa aberta podem ser necessários para correntes maiores, seletividade, ajustes e capacidade de interrupção. A documentação deve indicar Icu, Ics, unidade de disparo, ajustes aplicados, número de polos, função no painel e critérios de coordenação.

20.4. MOTORES, BOMBAS E COMPRESSORES

Em circuitos de motores, a corrente de partida e o regime de operação são essenciais. O disjuntor deve permitir a partida normal e proteger contra condições anormais.

Dependendo da arquitetura, podem ser usados disjuntor motor, contator, relé térmico, fusíveis ou disjuntor a montante.

A potência em cv não é suficiente para escolher o dispositivo. A corrente nominal de placa, tensão, tipo de partida, fator de serviço, carga mecânica, número de partidas por hora e coordenação com o circuito de comando devem ser analisados.

21. ESTRUTURA EDITORIAL E JORNADA TÉCNICA

Este whitepaper foi estruturado como material de aprofundamento. A estratégia editorial associada parte de conteúdos públicos que respondem dúvidas específicas – disjuntores em baixa tensão, curvas, disjuntor termomagnético, DR/IDR/DDR, disjuntor motor, caixa moldada, capacidade de interrupção, seletividade e dimensionamento – e consolida esses temas em um método técnico integrado.

Essa abordagem segue boas práticas de conteúdo útil: responder diretamente à intenção de busca, organizar o tema com clareza, demonstrar experiência técnica, evitar promessas simplificadas, usar links internos com âncoras descritivas e entregar uma explicação que ajude o leitor a tomar melhores decisões técnicas.

Do ponto de vista de jornada, o whitepaper se posiciona como ativo de conversão para leitores que já compreendem a importância do tema e precisam de uma metodologia mais completa. Ele pode ser usado como referência em páginas de projeto elétrico, instalações elétricas BT, consultoria técnica, adequação de quadros, inspeções e planejamento de painéis.

22. QUANDO CONTRATAR ENGENHARIA ESPECIALIZADA

A contratação de engenharia especializada é recomendada quando a instalação envolve QGBT, painéis elétricos, alimentadores, disjuntores caixa moldada, transformador próprio, motores, inversores, cargas críticas, DPS, DRs, ampliações de carga, substituição de disjuntores gerais, desarmes recorrentes, aquecimento em quadros ou ausência de documentação atualizada.

Também é recomendada quando há necessidade de estudo de curto-circuito, seletividade, revisão de proteções, adequação à ABNT NBR 5410, revisão de NR-10, atualização de diagrama unifilar, inspeção de painéis ou registro de ajustes aplicados em campo.

Em uma atuação consultiva, a engenharia não apenas escolhe dispositivos. Ela identifica cargas, verifica cabos, calcula correntes, avalia níveis de curto-circuito, define dispositivos, consulta fabricantes, documenta critérios, orienta compras técnicas, apoia montagem, valida inspeção e estabelece uma base segura para manutenção.

23. ARQUITETURA DE PROTEÇÃO EM BAIXA TENSÃO

A especificação de disjuntores fica mais consistente quando a instalação é analisada como arquitetura de proteção. Isso significa enxergar a hierarquia entre origem, disjuntor geral, QGBT, alimentadores, subquadros, circuitos terminais, cargas específicas, DRs, DPS e dispositivos de comando. Cada nível da instalação possui função distinta e, portanto, critérios diferentes de seleção.

No nível de entrada ou QGBT, o foco costuma estar em capacidade de interrupção, suportabilidade do painel, seletividade, corrente nominal do conjunto, barramentos, dispositivos de saída, DPS principal e continuidade operacional. Em alimentadores, a análise se concentra na proteção do cabo, curto-circuito máximo na origem, curto-circuito mínimo no ponto mais distante, queda de tensão e coordenação com o quadro a jusante. Em circuitos terminais, a proteção deve ser compatível com a carga, os condutores, a curva, o DR quando aplicável e a capacidade de interrupção disponível no quadro.

Essa visão evita que todos os disjuntores sejam tratados como componentes independentes. Um disjuntor de saída de QGBT não tem a mesma função de um disjuntor terminal de iluminação. Um disjuntor motor não tem a mesma função de um DDR. Um disjuntor caixa moldada usado como geral de painel não deve ser especificado com o mesmo nível de detalhe de um minidisjuntor modular em circuito simples. O método deve respeitar a posição do dispositivo na arquitetura elétrica.

Nível da instalação
Função do disjuntor
Critérios prioritários
Entrada/QGBT
proteção geral, manobra e distribuição principal
Icu, Ics, seletividade, suportabilidade do painel, DPS, continuidade
Saídas de QGBT
proteção de alimentadores e subquadros
curto-circuito, energia passante, seletividade e proteção dos cabos
Subquadros
distribuição local e proteção de circuitos finais
coordenação com geral, DR, curva e capacidade de interrupção
Circuitos terminais
proteção de iluminação, tomadas e cargas específicas
IB, In, Iz, curva, DR e comportamento da carga
Motores e máquinas
proteção de carga com partida e regime próprio
corrente nominal do motor, partida, disjuntor motor, contator e curto-circuito
DPS
proteção associada ao dispositivo contra surtos
corrente máxima do fabricante, curto presumido e continuidade de proteção

24. MATRIZ DE DECISÃO PARA ESPECIFICAÇÃO

A matriz abaixo organiza a decisão por tipo de aplicação. Ela não substitui cálculo, mas ajuda a definir quais perguntas precisam ser respondidas antes de selecionar o dispositivo.

Aplicação
Dispositivo provável
Perguntas obrigatórias
Documentos necessários
Iluminação e tomadas comuns
minidisjuntor modular
IB, Iz, curva, DR exigido, kA disponível
quadro de cargas, diagrama e critérios de DR
Tomadas em áreas molhadas
disjuntor + IDR ou DDR
sensibilidade do DR, sobrecorrente, condutores e seccionamento
diagrama, memorial e identificação do quadro
Ar-condicionado
minidisjuntor ou caixa moldada conforme porte
corrente, partida, curva, cabo, kA e DR conforme aplicação
quadro de cargas e memorial
Motor pequeno
disjuntor motor + contator ou arranjo equivalente
corrente de placa, partida, regime, ajuste e curto-circuito
diagrama de força e comando
Alimentador de subquadro
disjuntor modular ou caixa moldada
queda de tensão, curto máximo, curto mínimo, seletividade e cabo
memorial de cálculo e diagrama unifilar
QGBT
caixa moldada ou caixa aberta
Icu, Ics, seletividade, barramentos, DPS e suportabilidade
estudo de curto-circuito, especificação do painel e diagrama
DPS no quadro geral
dispositivo de proteção associado conforme fabricante
corrente máxima do DPS, curto presumido e continuidade de proteção
diagrama, memorial de DPS e ficha técnica

25. ROTEIRO PARA INSTALAÇÕES EXISTENTES

Em instalações existentes, a especificação de disjuntores costuma começar por um problema: desarme recorrente, aquecimento, substituição de equipamento, ampliação de carga, adequação à norma, instalação de DPS, inclusão de DR ou reforma de quadro. Nesses casos, a análise deve evitar troca direta por tentativa.

O primeiro passo é levantar o estado real: diagrama unifilar existente, identificação dos circuitos, fotos dos quadros, dados dos disjuntores, seções dos condutores, método de instalação, cargas alimentadas, medições de corrente, presença de DR, DPS, barramentos, cabos aquecidos, emendas, conexões e sinais de manutenção improvisada.

Depois, deve-se comparar a instalação real com a documentação. Em muitos casos, o diagrama está desatualizado ou não existe. Nessas situações, o levantamento precisa reconstruir a hierarquia elétrica antes de qualquer substituição. A troca de um disjuntor sem saber exatamente qual circuito ele protege cria risco de ocultar a causa do problema.

25.1. SEQUÊNCIA DE DIAGNÓSTICO RECOMENDADA

Esse roteiro é especialmente importante quando alguém propõe “aumentar o disjuntor”. Aumentar a corrente nominal sem analisar os cabos pode eliminar o sintoma e preservar a falha. A atuação do disjuntor é uma informação técnica. Antes de trocar o dispositivo, deve-se entender por que ele atua.

26. CRITÉRIOS DE ACEITE TÉCNICO

Em projetos, obras, retrofit ou adequação de quadros, a especificação de disjuntores deve gerar critérios de aceite. Esses critérios permitem verificar se o dispositivo instalado corresponde ao projeto e se a instalação está pronta para inspeção, operação e manutenção.

Critério de aceite
Como verificar
Não conformidade típica
Dispositivo conforme projeto
comparar corrente, polos, curva, kA, Icu/Ics e normas
substituição por modelo comercial diferente sem validação
Ajustes aplicados
conferir posição de ajuste e registrar no comissionamento
ajuste deixado no máximo ou sem documentação
Identificação do circuito
verificar etiqueta, diagrama e quadro de cargas
disjuntor sem identificação ou identificação genérica
Coordenação com cabos
comparar In/Ir com seção e método de instalação
cabo protegido por disjuntor acima da capacidade corrigida
Capacidade de interrupção
comparar kA/Icu/Ics com curto presumido
disjuntor com kA inferior ao necessário
Seletividade
de validar curvas, ajustes ou tabelas do fabricante
desligamento de disjuntor geral por falta localizada
Coordenação com DPS/DR
verificar arranjo, proteção associada e seletividade diferencial
DR sem proteção contra sobrecorrente ou DPS sem proteção associada adequada
Documentação final
conferir as built, memorial e lista de materiais
projeto não atualizado depois da montagem

O aceite técnico deve ser proporcional ao porte da instalação. Em quadros simples, pode bastar conferência de projeto e identificação. Em QGBT, painéis industriais e instalações

críticas, o aceite deve incluir documentação de ajuste, inspeção visual, testes funcionais, verificação de torque quando aplicável, conferência de seletividade e compatibilidade com estudo de curto-circuito.

27. LIMITES DA PADRONIZAÇÃO

Padronizar famílias de disjuntores, fabricantes e acessórios pode trazer ganhos de manutenção, estoque, treinamento e compatibilidade. Porém, padronização não deve eliminar o cálculo. A organização pode definir marcas preferenciais, linhas de caixa moldada, padrões de curva e nomenclaturas de painel, mas cada circuito ainda precisa ser verificado.

A padronização é útil quando reduz variação desnecessária. Ela se torna perigosa quando vira regra cega, como “usar sempre curva C”, “usar sempre 10 kA”, “usar sempre 250 A no alimentador” ou “usar sempre caixa moldada no quadro”. O método correto é definir padrões com faixas de aplicação e exceções documentadas.

Em empresas com múltiplas unidades, a padronização deve considerar níveis de curto-circuito diferentes, transformadores diferentes, ambientes diferentes e práticas de manutenção distintas. Um padrão nacional de quadro elétrico precisa permitir parametrização por localidade, demanda, ambiente e nível de curto-circuito.

28. PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO RECOMENDADO

Para organizações que desejam melhorar a especificação de disjuntores e a documentação de proteção elétrica, a implantação pode ser feita por etapas. O objetivo é sair de uma lógica de compra por componente e migrar para uma lógica de critérios técnicos documentados.

Fase Objetivo Entregável
1. Inventário técnico levantar quadros, disjuntores, cabos, cargas e documentação existente base de ativos e não conformidades preliminares
2. Revisão normativa comparar instalação com ABNT NBR 5410 e critérios de produto matriz de requisitos aplicáveis
3. Estudo de curto-circuito determinar correntes presumidas nos pontos críticos relatório de curto-circuito e capacidade de interrupção
4. Coordenação de proteção avaliar seletividade, ajustes e dispositivos associados tabelas, curvas e recomendações de ajustes
5. Padronização técnica definir critérios mínimos de especificação por aplicação caderno técnico de disjuntores e proteções
6. Adequação documental atualizar diagramas, memoriais e listas documentação as built e critérios de manutenção
7. Comissionamento e treinamento validar campo e orientar operação/manutenção checklist de aceite e plano de manutenção

29. CONCLUSÃO

O dimensionamento de disjuntores em baixa tensão deve ser tratado como decisão de engenharia. A corrente nominal é importante, mas não suficiente. A especificação completa depende da carga, dos condutores, da proteção contra sobrecarga, da proteção contra curto-circuito, da curva ou unidade de disparo, da capacidade de interrupção, de Icu e Ics quando aplicáveis, da energia passante, da seletividade e da documentação.

A ABNT NBR 5410 fornece a base de aplicação na instalação. A ABNT NBR NM 60898 e a ABNT NBR IEC 60947 ajudam a compreender as características dos dispositivos de produto. O projetista precisa integrar esses dois mundos: o dispositivo que atende aos requisitos de produto e a instalação que exige critérios corretos de aplicação.

Quando a especificação é feita corretamente, o disjuntor deixa de ser apenas um componente de quadro e passa a ser parte documentada do sistema de proteção elétrica. Isso melhora segurança, continuidade operacional, manutenção, rastreabilidade e conformidade normativa.

30. REFERÊNCIAS TÉCNICAS

31. MATERIAIS TÉCNICOS COMPLEMENTARES

31.1. CONTEÚDOS CORRELATOS

31.2. SERVIÇOS DE ENGENHARIA

Sobre a A3A Engenharia de Sistemas

Com 30 anos de história, a A3A Engenharia de Sistemas se consolidou como referência em serviços de Engenharia, oferecendo soluções integradas de Telecomunicações, Segurança Eletrônica, Segurança Digital e Instalações Elétricas.

A empresa atua em todas as etapas do ciclo de Engenharia, desde a elaboração de projetos e consultoria técnica até a implantação, manutenção e retrofit de sistemas, sempre em conformidade com as normas técnicas e melhores práticas do setor.